УДК 612.821:11:39

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ К ОБУЧЕНИЮ В ВУЗЕ

О.Г. Берестнева, К.А. Шаропин

Томский политехнический университет
E-mail: ogb@am.tpu.ru; shar@am.tpu.ru

Продемонстрирована эффективность применения интегральных критериев информационного типа для решения таких задач, как оценка уровня здоровья студентов. Показана целесообразность моделирования типов адаптационных стратегий, а также использование прогностических моделей адаптационного поведения для диагностики "срыва" адаптации у студентов-первокурсников.

Введение

Актуальность представленных в статье исследований обусловлена тем, что студенческие годы – это период, когда заканчивается биологическое созревание человека, и на первый план выступает социальное развитие личности. Студенчество, как социальная структура, представляет собой группу, находящуюся в зоне действия многих факторов риска. Студенты чаще, чем их сверстники из других социальных групп, страдают различными заболеваниями [1]. В последнее время проблема здоровья студентов привлекает внимание всё большего числа исследователей в разных областях, что связано со значительным ухудшением здоровья всего населения и студентов, в частности.

Включение студента в новую среду требует установления связей с ней, выполнения тех требований, что предъявляет к нему вузовская система обучения, и поэтому важно исследовать, как устанавливаются эти связи, что способствует или препятствует адаптации студента в новых условиях. Решение данной проблемы важно не только для того, чтобы ускорить процесс "вхождения" студентов в вуз, но и для определения действительно посильной нагрузки [2]. При этом наиболее продуктивным считается адаптационный подход к изучению здоровья.

Особенности и трудности изучения адаптационного процесса у человека связаны с двумя обстоятельствами. Одно определяется тем, что в процессе формирования адаптации человек ставит две цели – приспособиться к условиям окружающей среды, и одновременно приспособиться к деятельности, особенно трудовой и социальной, при наличии таких природных условий. Второе обстоятельство обусловлено возможностью человека, которая, как правило, в той или иной мере всегда реализуется во всех адаптационных процессах, – включать в них психологические механизмы, которые обеспечивают поиск оптимальной стратегии адаптации и реализацию выбранной стратегии в виде различных форм поведения. Формируемая стратегия противостояния адаптогенному фактору базируется на сопоставлении физиологических и биохимических возможностей организма, а также и психологических, которые или дополняют, компенсируют физиологические реакции адаптации или же создают условия, на фоне которых физиологические реакции могут оптимальным образом раскрыться. Такое сочетание приводит к тому, что адаптационная стратегия всегда индивидуальна, что, естественно, затрудняет как процесс исследования, так и управления адаптацией [3].

В настоящей работе рассматривается возможность исследования и оценки адаптационного процесса у студентов – первокурсников на основе моделирования адаптационных стратегий. Получены также прогностические модели психологической адаптации студентов на основе дискриминантного анализа.

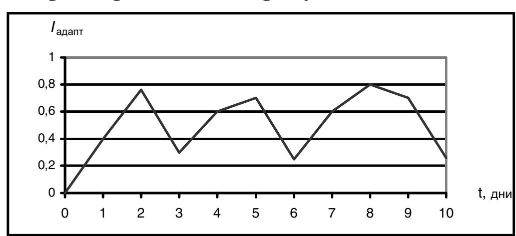
Моделирование адаптационных стратегий

Исследование, оценка и прогнозирование адаптации студентов к учебному процессу проводилось

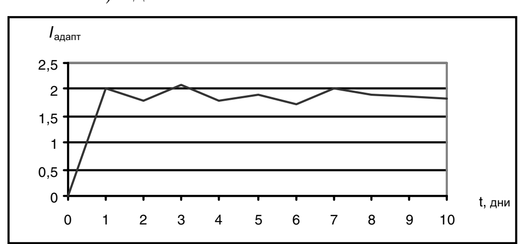
нами на основе модели адаптационных стратегий Я.С. Пеккера, О.Г. Берестневой [4, 5]. Данный подход был успешно применен ранее другими исследователями для решения прикладных задач: оценки адаптации к тяжелому физическому труду нефтяников и лесозаготовителей в условиях вахты [6]; оценки состояния организма на основе анализа результатов функциональных проб [7]; диагностики состояния новорожденных в раннем неонатальном периоде [8]; слежение за динамикой состояния организма человека в послеоперационном периоде [9].

Модель адаптационной стратегии представляет собой некоторую функцию $I(t)$, представляющую собой значения интегрального показателя $I_{адапт}$ в дискретные моменты времени [4].

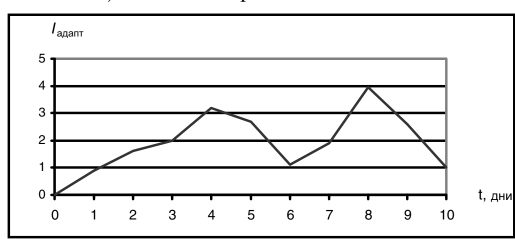
В соответствии с видом функции $I(t)$ выделяется несколько типов адаптационного поведения, которые приведены на рисунке.



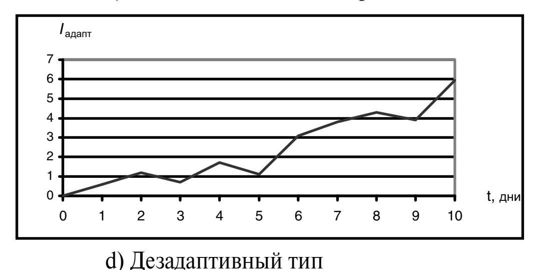
a) Адаптивный тип



b) Компенсаторный тип



c) Адаптивно-компенсаторный тип



d) Дезадаптивный тип

Рисунок. *Типы адаптационных стратегий*

Остановимся более подробно на оценке уровня здоровья в текущий момент времени с использованием интегрального критерия $I_{адапт}$.

Любой интегральный критерий (показатель) суммирует все локальные показатели в какой-то области (временной, пространственной, ситуационной). В свою очередь, локальные оценки – это любые количественные оценки, которые делаются на основе однократных измерений в одной точке – будь то какой-то момент времени, точка в геометрическом пространстве или точка в пространстве состояний [10].

Данный критерий позволяет оценивать изменения состояния биосистемы в любой момент времени и имеет вид [4]:

$$I_{адапт} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} \ln \frac{1}{P(x_j)},$$

где n – количество учитываемых переменных состояния; $P(x_j)$ – вероятность отклонения переменной x_j от "предпочтительного" состояния.

В случае оценки уровня здоровья студентов в качестве "предпочтительного" состояния принято состояние, при котором значения всех переменных равны значениям физиологической нормы для данной возрастной группы.

Значение вероятности рассчитывается по следующей формуле:

$$P(x) = P(|x - \bar{x}| < \delta) = 2\Phi(\frac{\delta}{\sigma}) - 1,$$

где $\bar{x}$ – среднее значение признака x для здоровых людей соответствующей половозрастной группы (физиологическая норма); δ – величина допустимого отклонения от "нормы"; σ – среднее квадратическое отклонение признака x от среднего значения признака x для здоровых людей соответствующей половозрастной группы; Φ – функция Лапласа.

Применение интегрального критерия для оценки состояния биообъекта (в данном случае состояния организма студента) предполагает существование пороговых значений, превышение которых соответствует переходу в новое состояние. Ниже приведены пороговые значения критерия $I_{адапт}$ для различных функциональных состояний: "адаптивная" норма, состояние "компенсация", состояние "напряжения" и "срыва адаптации".

При определении пороговых значений интегрального критерия $I_{адапт}$ использованы следующие градации "существенных" переменных:

- отсутствие достоверных изменений $x_j \pm 0{,}5\sigma$;
- легкая степень уменьшения (увеличения) переменной x_j равна $x_j \pm \sigma$;
- умеренная степень изменения $x_j \pm 1{,}5\sigma$;
- выраженная степень $x_j \pm 2\sigma$;
- резко выраженная $x_j \pm 2{,}5\sigma$;

Пороговые значения критерия $I_{адапт}$ для различных состояний биосистемы.

$I_{кр}$=0,69 – "адаптивная" норма;
$I_{утом}$=2,01 – состояние "компенсация";
$I_{напр}$=3,09 – состояния "напряжение";
$I_{срыв}$=4,39 – "срыв адаптации".

Для оценки уровня физического здоровья и психофизиологического состояния студентов был сформирован набор параметров и показателей, подробно описанный в [11–13].

Достоверность результатов, полученных при использовании $I_{адапт}$ по физиологическим и по психологическим показателям в сравнении с известными алгоритмами и оценкой экспертов-медиков, позволила сделать вывод о целесообразности использовании $I_{адапт}$ для оценки уровня здоровья студентов [13].

Данные показатели были использованы для построения адаптационных кривых для студентов 1-ого курса Томского политехнического университета. В результате выявлены все четыре типа адаптационных стратегий: адаптивный, компенсаторный, адаптивно-компенсаторный и дезадаптивный. Была также исследована взаимосвязь между типом адаптационной стратегии и уровнем здоровья студентов, а также с психологическими особенностями. Результаты приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. *Распределение типов адаптационных стратегий (в %) в зависимости от оценки уровня здоровья студентов*

Оценка уровня здоровья студента	Тип адаптационной стратегии			
	Адаптивный	Компенсаторный	Адаптивно-компенсаторный	Дезадаптивный
Отлично	45	17	30	8
Хорошо	30	21	42	7
Удовлетворительно	–	39	15	46
Неудовлетворительно	–	28	18	54

Таблица 2. *Распределение типов адаптационных стратегий (в %) в зависимости от типа темперамента*

Тип темперамента	Тип адаптационной стратегии			
	Адаптивный	Компенсаторный	Адаптивно-компенсаторный	Дезадаптивный
Холерик	25	25	25	25
Сангвиник	56	15	15	14
Флегматик	38	53	4	5
Меланхолик	5	5	34	56

Анализ результатов, приведенных в табл. 1 и 2 по критерию χ^2, показал, что существует статистически достоверная (p<0,05) взаимосвязь между типами адаптационных стратегий и уровнем здоровья, а также между типами адаптационных стратегий и типами темперамента студентов.

Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования диагностики типов адаптационного поведения, однако разработка наиболее эффективных мероприятий коллективной и индивидуальной профилактики "срыва" адаптации у студентов-первокурсников невозможна без использования научно обоснованных методов прогнозирования. Авторы занимаются данной проблемой более пяти лет [4, 13–15].

Результаты одного из исследований (прогнозирование адаптации студентов с помощью дискриминантных функций) приведены ниже.

Прогностические модели адаптационного поведения

В медико-биологическом (как и социальном) прогнозировании выделяют два аспекта – популяционные (прогноз для групп людей) и индивидуальные [16]. Нами решалась задача индивидуального прогноза.

Разработка прогностической модели включает в себя определенные цели: получение необходимой эмпирической информации, её обработка, анализ, выбор метода прогнозирования, определение перспектив и вероятности реализации прогноза. Большое значение имеют качество и полнота исходной информации об объекте. Следовательно, чтобы получить достаточно надежный прогноз адаптации студента, необходимо выбрать признаки, которые не только описывали бы психофизиологическое состояние, но и отражали адаптационные возможности при различных воздействиях внешних факторов. В качестве таких признаков, в нашем случае, были использованы признаки, приведенные в табл. 3.

В диагностике и прогнозе различных состояний человека широкое применение нашли методы, основанные на теории распознавания образов [16]. При этом процедура прогнозирования заключается в классификации двух или более генеральных совокупностей и получении решающего правила, позволяющего отнести новый элемент (объект) по имеющимся признакам к одному из классов данного множества. Для решения подобных задач успешно используется метод дискриминантного анализа.

Дискриминантным анализом называют раздел многомерного статистического анализа, содержащий статистические методы классификации многомерных наблюдений по одной из нескольких категорий или совокупностей.

Одной из разновидностей дискриминантного анализа является применение классифицирующих (дискриминантных) функций Фишера; они используются для определения точности диагностики классификации многомерных наблюдений.

Весовые коэффициенты дискриминантных функций определяются по формуле [17]:

$$w_i = S^{-1} m_i \quad (i = \overline{1,k}),$$

где S – матрица ковариаций диагностического класса; m_i – вектор средних i-ого диагностического класса; k – количество классов.

Пороговые величины вычисляются как

$$\omega_{0i} = -0,5 w_i^T m_i + \ln P_i \ (i = \overline{1,k}),$$

где P_i – априорная вероятность i-ого класса.

Правило диагностики с применением дискриминантных функций следующее: объект x относится к i-ому классу, если выполняется условие [17]:

$$g_i(x) = \max_{j=1,k} g_j(x), \qquad (*)$$

где $g_i(x) = w_i^T x - \omega_{0i}$.

Метод дискриминантного анализа был реализован с помощью пакета статистических программ *Statgraphics plus for Windows*. Прогнозировалась принадлежность к одному из трех классов: 1 – хорошая, 2 – удовлетворительная и 3 – неудовлетворительная адаптация. При этом были получены следующие дискриминантные функции:

Для физиологических признаков:

$$g_1 = -38{,}77 + 2{,}95 \cdot x_1 + 7{,}45 \cdot x_2 + 3{,}28 \cdot x_3 + 5{,}03 \cdot x_4 + \\ +6{,}86 \cdot x_5 + 5{,}79 \cdot x_6 + 2{,}97 \cdot x_7 + 2{,}63 \cdot x_8 + 0{,}10 \cdot x_9 + 1{,}11 \cdot x_{10},$$

$$g_2 = -40{,}39 + 2{,}91 \cdot x_1 + 8{,}06 \cdot x_2 + 3{,}5 \cdot x_3 + 4{,}5 \cdot x_4 + \\ +7{,}67 \cdot x_5 + 5{,}42 \cdot x_6 + 2{,}8 \cdot x_7 + 2{,}56 \cdot x_8 + 0{,}18 \cdot x_9 + 0{,}79 \cdot x_{10},$$

$$g_3 = -41{,}75 + 3{,}9 \cdot x_1 + 7{,}62 \cdot x_2 + 2{,}54 \cdot x_3 + 5{,}74 \cdot x_4 + \\ +7{,}22 \cdot x_5 + 5{,}57 \cdot x_6 + 3{,}11 \cdot x_7 + 1{,}93 \cdot x_8 + 0{,}79 \cdot x_9 + 0{,}82 \cdot x_{10}.$$

Для психологических признаков:

$$g_1 = -37{,}64 + 10{,}09 \cdot x_{11} + 3{,}85 \cdot x_{12} + 0{,}58 \cdot x_{13} + \\ +3{,}97 \cdot x_{14} + 3{,}12 \cdot x_{15} + 3{,}4 \cdot x_{16} + 1{,}13 \cdot x_{17},$$

$$g_2 = -32{,}62 + 9{,}28 \cdot x_{11} + 3{,}31 \cdot x_{12} + 0{,}59 \cdot x_{13} + \\ +3{,}68 \cdot x_{14} + 3{,}36 \cdot x_{15} + 2{,}84 \cdot x_{16} + 1{,}24 \cdot x_{17},$$

$$g_3 = -34{,}11 + 9{,}29 \cdot x_{11} + 3{,}48 \cdot x_{12} + 0{,}44 \cdot x_{13} + \\ +3{,}99 \cdot x_{14} + 3{,}07 \cdot x_{15} + 3{,}51 \cdot x_{16} + x_{17},$$

где переменные x представлены в табл. 3.

Таблица 3. *Физиологические и психологические признаки, используемые в прогнозе*

Признак	Название признака	Признак	Название признака
x_1	Место проживания	x_{10}	Пульс после нагрузки
x_2	Динамометрия становая	x_{11}	Креативность
x_3	Систолическое артериальное давление	x_{12}	Логический интеллект
x_4	Диастолическое артериальное давление	x_{13}	Эмоциональная устойчивость
x_5	Пульс в покое	x_{14}	Воображение
x_6	Время восстановления пульса	x_{15}	Стремление к новому
x_7	Гибкость	x_{16}	Самоконтроль
x_8	Динамометрия правой кисти	x_{17}	Дисциплинированность
x_9	Динамометрия левой кисти		

Для физиологических признаков точность диагностики студентов первой группы (хорошая адаптация) составляет 42 %, второй группы (удовлетворительная адаптация) – 60 % и третьей группы (неудовлетворительная адаптация) – 60 %. Для психологических признаков точность диагностики первой группы – 55 %, второй – 46 % и третьей – 37 %.

Для повышения качества распознавания, учитывая тот факт, что основной задачей распознавания в нашем случае является прогнозирование срыва адаптации к учебной деятельности, было получено решающее правило для распознавания двух укрупненных классов (удовлетворительная и неудовлетворительная адаптация). В этом случае показателями являются как физиологические, так и психологические признаки, а дискриминантные функции Фишера имеют вид:

$$g_1 = -99{,}2 + 4{,}1 \cdot x_1 + 13{,}88 \cdot x_2 + 1{,}82 \cdot x_3 + 3{,}49 \cdot x_4 + \\ +10{,}32 \cdot x_5 + 14{,}47 \cdot x_6 + 2{,}2 \cdot x_7 + 18{,}04 \cdot x_8 - 8{,}28 \cdot x_9 + \\ +0{,}11 \cdot x_{10} + 8{,}24 \cdot x_{11} + 5{,}8 \cdot x_{12} + 1{,}76 \cdot x_{13} + 5{,}84 \cdot x_{14} + \\ +5{,}67 \cdot x_{15} + 2{,}54 \cdot x_{16} - 2{,}24 \cdot x_{17},$$

$$g_2 = -104{,}44 + 3{,}59 \cdot x_1 + 14{,}42 \cdot x_2 + 1{,}88 \cdot x_3 + 1{,}87 \cdot x_4 + \\ +13{,}28 \cdot x_5 + 15{,}1 \cdot x_6 + 0{,}28 \cdot x_7 + 22{,}57 \cdot x_8 - 10{,}06 \cdot x_9 + \\ +0{,}7 \cdot x_{10} + 8{,}01 \cdot x_{11} + 5{,}7 \cdot x_{12} + 2{,}32 \cdot x_{13} + 5{,}24 \cdot x_{14} + \\ +5{,}38 \cdot x_{15} + 0{,}82 \cdot x_{16} - 1{,}39 \cdot x_{17}.$$

В данном случае точность диагностики студентов первой группы (удовлетворительная адаптация) составляет 78 %, второй группы (неудовлетворительная адаптация) – 89 %.

Полученный процент надежности можно считать определенным достижением для решения задач диагностики.

Таким образом, для прогнозирования "срыва" адаптации наиболее целесообразно использовать дискриминантные функции, построенные для совместной группы по физиологическим и психологическим признакам при разделении студентов на две группы по уровню адаптации (неудовлетворительная и удовлетворительная адаптация).

Полученное решающее правило позволяет проводить диагностику адаптации студентов к обучению в вузе. На основе коэффициентов дискриминантного анализа и числовых величин, измеренных психологических и физиологических признаков, вычисляются индивидуальные дискриминантные функции для каждого студента.

В соответствии со значениями дискриминантных функций, по формуле (*), студента относят к одной из двух групп адаптации к обучению в вузе. В одну группу попадают студенты, имеющие прогноз удовлетворительной адаптации, во вторую – неудовлетворительной.

Выделение групп адаптации имеет важное практическое значение и предназначено, прежде всего, для последующей работы со студентами, имеющими низкие адаптационные возможности.

Выводы

1. Продемонстрирована эффективность применения интегральных критериев информационного типа для решения такой задачи, как оценка уровня адаптации студентов. Показана возможность использования для формирования обобщенных интегральных критериев данного вида не только физиологических и психофизиологических показателей, но также характеристик психологической сферы личности и показателей учебной деятельности.

2. Разработан подход для определения типов адаптационных стратегий, который является универсальным и может быть использовано для решения любых задач выявления особенностей адаптационного поведения.
3. На основе анализа литературных источников выбраны математические методы построения решающего правила для прогнозирования адаптационных возможностей студентов.
4. Для прогнозирования срыва адаптации студентов выявлены наиболее информативные психологические и физиологические признаки, на основе которых построены две прогностические модели адаптационного поведения.
5. Получено несколько вариантов решающих правил, проведен сравнительный анализ качества распознавания, на основе чего разработано программное обеспечение для прогноза успешности адаптации студентов первого курса.
6. Возможность прогнозирования с помощью построенных моделей типа адаптации, а, в особенности, выделение группы студентов, отнесенных к группе "неудовлетворительной адаптации", имеет важное практическое значение. Выявление студентов с низкими адаптационными возможностями позволит своевременно принимать административные, педагогические и психологические меры воздействия на студентов, попавших в "группу риска".

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 04-06-80413

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моросанова В.И., Сагиев Р.Р. Диагностика индивидуально-стилевых особенностей саморегуляции в учебной деятельности студентов // Вопросы психологии. – 1994. – № 4. – С. 134–140.
2. Ефимова Е.В., Аронс Е.К., Будыка Е.В., Куприянов В.А. Физиолого-психологический подход к проблеме здоровья студентов // Биологические науки. – 1991. – № 6. – С. 56–63.
3. Функциональное состояние человека и методы его исследования // Сб. науч. тр. РАН / Под ред. М.В. Фролова. – М.: Наука, 1992. – 123 с.
4. Ротов А.В., Медведев М.А., Пеккер Я.С., Берестнева О.Г. Адаптационные характеристики человека. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1997. – 137 с.
5. Берестнева О.Г., Пеккер Я.С. Применение интегральных энтропийных критериев в анализе биотехнических систем / Томский политехнический ин-т. – Томск, 1987. – 19 с. Деп. в ВНИИ МИ 21.04.87, № 13259.
6. Берестнева О.Г., Пеккер Я.С., Ротов А.В. Моделирование процессов адаптации организма вахтовых рабочих с учетом типа функциональной конституции // Механизмы адаптации организма: Матер. Всеросс. науч.-практ. конф. – Томск, 1996. – С. 105–107.
7. Берестнева О.Г., Карпов Г.А., Пеккер Я.С. Оценка функционального состояния беременных женщин по данным ортостатической пробы // Медико-биологические аспекты нейро-гуморальной регуляции. Вып. 3. – Томск, 1994. – С. 4–6.
8. Берестнева О.Г., Пеккер Я.С. Гергет О.М., Сваровская И.Г. Математическое моделирование состояния детей в раннем неонатальном периоде // Актуальные проблемы информатики: Сб. трудов VI Междунар. научн. конф. – Ч. 1. – Минск, 1998. – С. 174–176.
9. Берестнева О.Г., Цхай В.Ф., Пеккер Я.С. Применение интегральных критериев для оценки послеоперационного состояния при механических желтухах паразитарной природы // Медико-биологические аспекты нейро-гуморальной регуляции. Вып. 3. – Томск, 1994. – С. 8–9.
10. Айдаралиев А.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П., Максимов А.Л. Комплексная оценка функциональных резервов организма. – Фрунзе: Илим, 1988. – 197 с.
11. Берестнева О.Г., Иванов В.Т., Муратова Е.А., Шаропин К.А. Информационная система мониторинга здоровья студентов // Вестник Томского государственного ун-та. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – С. 196–201.
12. Иванкина Л.И., Берестнева О.Г., Пермяков О.Е. Современный технический университет: философский и психолого-социологический аспекты исследования состояния и развития университета. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2003. – 110 с.
13. Шаропин К.А., Иванов В.Т., Берестнева О.Г., Иванкина Л.И. Комплекс психофизиологического обследования студентов. Назначение, структура, результаты // Известия Томского политехнического ун-та. – Томск: – 2003. – Т. 306. – № 2.– С. 57–63.
14. Иванов В.Т., Берестнева О.Г., Иванкина Л.И., Шаропин К.А. Здоровье как составляющая качества образования // Актуальные вопросы безопасности, здоровья при занятиях спортом и физической культурой: Матер. V Междунар. науч.-практич. конф. – Томск: ТГПУ, 2002. – С. 114–116.
15. Шаропин К.А., Берестнева О.Г., Иванкина Л.И., Иванов В.Т., Кочегуров В.А. Прогнозирование "срыва" адаптации студентов по результатам медико-психологического обследования // Актуальные вопросы безопасности, здоровья при занятиях спортом и физической культурой: Матер. II Междунар. науч.-практич. конф. – Томск: ТГПУ, 1999. – С. 92–94.
16. Степанова Е.И., Нарциссов Р.П., Кочегуров В.А., Константинова Л.И. Прогнозирование здоровья детей раннего возраста. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2000. – 108 с.
17. Дюк В.А. Компьютерная психодиагностика. – СПб.: Братство, 1994. – 276 с.